

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Februar 2001 (08.02.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/08823 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B09B 3/00**

(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE00/02658**

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. August 2000 (02.08.2000)

(25) Einreichungssprache: **Deutsch**

(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**

(30) Angaben zur Priorität:
199 37 521.6 3. August 1999 (03.08.1999) **DE**

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **MARTIN, Harald [DE/DE];** Fliederweg
61, D-06567 Bad Frankenhausen (DE). **STREITEN-
BERGER, Hartwig [DE/DE];** Kunitzer Strasse 26,
D-07751 Golmsdorf (DE).

(74) Anwalt: **RAUSCHENBACH, Marion; PF 27 01 75,**
D-01172 Dresden (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ,
DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO,
NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eura-
sisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,
FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DRYING, SEPARATING, CLASSIFYING AND DECOMPOSING RECOVERABLE
WASTE PRODUCTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM TROCKNEN, TRENNEN, KLASSIEREN UND ZERSETZEN
VON ABPRODUKTEN

(57) Abstract: The invention relates to a method and to a device used in the field of waste management, especially a method and
a device for treating recoverable waste products that have already partially decomposed. The aim of the invention is to provide a
method and a device which makes it possible to further decompose, if possible completely, and recover the residual products that
remain once the waste products are degassed. According to the inventive method, air and waste gases are introduced separately
from the bottom into the chamber and pressure is applied. The air is introduced into the chamber in a substantially axial and the
waste gases in a substantially tangential or radial orientation. The invention further provides a device the funnel-shaped bottom of
which is provided with openings for air and waste gases to enter. The air is introduced into the reactor chamber from the bottom in
a substantially axial orientation and the waste gases in a substantially tangential or radial orientation.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Abfallwirtschaft und betrifft ein Verfahren und eine Vor-
richtung insbesondere für die Bearbeitung von bereits teilweise zersetzten Abprodukten. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin,
ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die nach der Entgasung von Abfallstoffen die verbleibenden Restprodukte weiter
und möglichst vollständig umsetzt und verwertet. Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren, bei dem Luft und Abgase getrennt
von unten in die Kammer unter Druck eingebracht werden, wobei die Luft im wesentlichen axial und die Abgase im wesentlichen
tangential oder radial in die Kammer eingebracht werden. Die Erfindung wird weiterhin gelöst durch eine Vorrichtung, bei der im
trichterförmigen Boden getrennte Öffnungen für den Eintritt von Luft und von den Abgasen vorhanden sind, wobei die Luft im we-
sentlichen axial von unten und die Abgase im wesentlichen tangential oder radial in den Reaktionsraum eintreten.

WO 01/08823 A2

Verfahren und Vorrichtung zum Trocknen, Trennen, Klassieren und Zersetzen von Abprodukten

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf die Gebiete des Maschinenbaus, der Abfallwirtschaft und der Papierindustrie und betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Trocknen, Trennen, Klassieren und Zersetzen von Abprodukten, insbesondere von bereits teilweise zersetzten Abprodukten, die nach einem Ent- oder Vergasungsprozeß (Pyrolyse) anfallen.

Stand der Technik

Bei der Verarbeitung von Altpapier im Recyclingprozeß verbleiben nach dem Aufschlämmen der mechanisch arbeitenden Entschlammung Reststoffe. Diese Reststoffe können in unterschiedlicher Menge, Konzentration und Art verklumptes Papier, Pappreste, Plaststücke, Holzrückstände, Metallteile und anderes mehr enthalten. Die Gesamtheit dieser Reststoffe werden als Spuckstoffe bezeichnet.

Diese Spuckstoffe werden nach dem Austritt aus dem Schlämmprozeß und gegebenenfalls nach einer Zwischenlagerung, bei der eine gravimetrische Entwässerung stattfinden kann, im allgemeinen auf einer Sondernülldepotie gelagert.

Diese Spuckstoffe enthalten zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich 50 % Wasser, welches als Oberflächenwasser und auch als aufgesaugtes Wasser im Papier- und Holzanteil vorkommen kann.

Es sind bereits verschiedene Verfahren und Vorrichtungen bekannt oder beschrieben worden, die die Aufbereitung und/oder Verbrennung und/oder Vergasung von Abfällen, Reststoffen und auch Spuckstoffen beinhalten.

Nach der EP 0 609 802 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur kontinuierlichen Entgasung und/oder Vergasung eines festen Brennstoffes oder Abfallstoffes bekannt.

Die Vorrichtung besteht aus einem schachtartigen Reaktor, in dem die Beschickung, das gasförmige Vergasungsmittel und der erzeugte gasförmige Brennstoff im Gleichstrom absteigend geführt werden. Das Vergasungsmittel wird in einem in der Mantelpartie befindlichen schraubenförmigen Gegenstrom-Wärmetauscher vom gasförmigen Brennstoff vorgewärmt. Dieses vorgewärmte Vergasungsmittel wird in schraubenlinienförmigen oder wellenförmigen Kanälen im keramischen Herdkörper des Reaktors und in einem als Herdabschluß dienenden beweglichen oder festen, in die untere Partie der Beschickung hineinragenden kegel- oder paraboloidförmigen Zentralkörper weiter aufgeheizt. Der Rost wird durch einen Vollkegel oder einen hohlkegelförmigen Ringkörper darstellendes, drehbares, vertikal verschiebbares Gegenstück gebildet, das gegenüber der unteren Herdpartie einen einstellbaren ringförmigen Durchlass zum Abzug des erzeugten gasförmigen Brennstoffs und zum Austrag der festen oder flüssigen Reaktionsprodukte in Form von Asche, Schlacke, Destillationsrückstände offen läßt.

Nachteilig bei diesem Verfahren und Vorrichtung ist, daß die Entgasung und/oder Vergasung der festen Brennstoffe oder Abfallstoffe nicht vollständig erfolgt.

Darstellung der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, die nach der Entgasung und/oder Vergasung von Abfallstoffen die verbleibenden Restprodukte weiter und möglichst vollständig umsetzt und verwertet. Die Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Erfindung gelöst. Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Durch die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren wird es möglich, Abprodukte und insbesondere die noch nicht vollständig zersetzten Abfallstoffe aus Ent- oder Vergasungsprozessen weiter und möglichst vollständig umzusetzen, so dass eine Weitergabe an die Umwelt und/oder Deponieren im

wesentlichen ohne besondere Maßnahmen und möglichst schadstofffrei erfolgen kann.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung funktioniert folgendermaßen.

Die festen Abprodukte aus beispielsweise einem Pyrolyseprozeß, bei dem Abfallstoffe bereits teilweise oder größtenteils umgesetzt worden sind, werden von oben und/oder mit dem Abgas gemeinsam in eine schachtartige Kammer eingebracht. Sie lagern sich zuerst in dem trichterförmigen unteren Teil der Kammer ab. Der trichterförmige Teil kann dabei vorteilhafterweise kegelstumpfförmig oder schachtförmig ausgeführt und linienförmig, zentral und/oder dezentral angeordnet sein. Nach der Einlagerung der ersten festen Abprodukte und dann während der weiteren Beschickung der Kammer mit den festen Abprodukten wird von unten durch den doppelwandigen Teil der Abzugsöffnung, die mittig im trichterförmigen Teil der Kammer angeordnet ist, Luft, vorteilhafterweise vorgewärmte Luft, eingeblasen. Dies erfolgt vorteilhafterweise mit einem Druck von 6 – 8 kPa.

Dabei ist der trichterförmige Teil der Kammer vorteilhafterweise kegelstumpfförmig und im oberen Teil ganz oder teilweise doppelwandig ausgeführt, wodurch ein definierter Spalt zwischen den beiden Wandungen realisiert werden kann.

Gleichzeitig wird durch den ebenfalls doppelwandig ausgeführten Zuführungsschacht parallel zum trichterförmigen Teil der Kammer die Abgase aus dem Pyrolyseprozeß, das Pyrolysegas, und/oder ein Feststoff-Gasgemisch, ebenfalls vorteilhafterweise aus dem Pyrolyseprozeß, tangential in die Kammer eingebracht. Öffnungen führen das Pyrolysegas und/oder das Feststoff-Gasgemisch zwangsweise in den Bereich des eingelagerten Feststoffes und in diesen hinein, wo es auf die eingebrachte Luft trifft. Das Pyrolysegas wird ebenfalls mit einem Druck von 6 – 8 kPa eingebracht.

Die Öffnungen, durch die die Luft und die Abgase in die Kammer gelangen, werden vorteilhafterweise durch zwei ineinander gelagerte kegelstumpfförmige Einbauten im kegelstumpfförmigen Teil der Kammer gebildet. Durch diese Einbauten bilden sich zwischen der Kammerwand und dem ersten Einbauteil und zwischen den beiden kegelstumpfförmigen Einbauteilen jeweils ein Ringspalt. Diese Ringspalte sind ebenfalls wieder vorteilhafterweise veränderbar, indem die Einbauten gegeneinander und gegen die Kammerwand verschiebbar angeordnet sind. Durch die Veränderung

der Ringspaltgröße kann die Strömungsgeschwindigkeit der eingebrachten Luft- und Abgasmenge geregelt werden.

Beim Hindurchtritt durch das Feststoffbett wird das Pyrolysegas von den festen Bestandteilen, wie Koks und Asche, befreit.

Die eingebrachte Luft kann beim Hindurchtritt durch das Feststoffbett bereits mit den Feststoffen reagieren. Dabei wird der vorhandene Kohlenstoff und die Kohlenwasserstoffe zu CO , CO_2 , H_2O und H_2 umgesetzt. Die dabei freiwerdende Reaktionswärme führt zum Temperaturanstieg im Feststoffbett und des Gasgemisches auf ca. 1200°C . Diese Temperatur reicht aus, um die höheren gasförmigen Kohlenwasserstoffe im Gasgemisch zu cracken.

Zum Anfahren des gesamten Prozesses und zur Sicherung der Reaktionstemperatur ist im oberen, vorteilhafterweise zylindrischen, Teil der Kammer ein Brenner installiert.

Das im oberen Bereich der Kammer austretende Gas ist weitgehend von Kohlenstoff und höheren Kohlenwasserstoffen befreit und weist Stickstoff und einen hohen Anteil an CO und H_2 auf. Die noch im Gas befindlichen Feststoffpartikel können in einem nachgeschalteten Zylkon abgetrennt werden.

Durch die Austrittsöffnung kann der weitgehend umgesetzte kohlenstoff- und kohlenwasserstofffreie Feststoff ausgetragen werden.

Die nicht umgesetzten Reststoffe, wie Asche- und Kohlenstoffreste, werden im zentral angeordneten Auffangtrichter gesammelt und über den nachfolgenden Schacht mit Ascheabzug ausgetragen.

Durch das Luft-Pyrolysegas-Gemisch, welches nach oben geblasen wird, entsteht in der Kammer ein rotationssymmetrischer Wirbel, der in axialer Richtung die Form einer Fontaine hat, durch den der locker eingelagerte Feststoff aufgenommen und von der Kammerwand in den axialen Bereich der Kammer getragen wird. Dort fallen die ganz oder teilweise umgesetzten Feststoffe entsprechend ihrer Dichte an unterschiedlichen Stellen auf dem Kammerboden nieder und können dadurch vorteilhafterweise klassiert abgezogen werden. Feststoffe, die durch die

einströmende Luft nicht angehoben werden können, werden ebenfalls durch die Austrittsöffnung abgezogen.

Die sich ausbildende Strömung ist stabil und kann durch den Einbau eines Führungsrohres zur Vergleichmäßigung des Feststoffumlaufes bei schwankender Füllhöhe noch weiter stabilisiert werden. Auch Variationen des Luftdurchsatzes können die Strömung in weiten Bereichen nicht verändern.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Im weiteren wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert.

Die schachtartige Kammer ist ein zylindrischer Behälter mit einem Durchmesser von 2000 mm und einer Mantellänge von 4000 mm, oben abgeschlossen mit einem Klöpperboden und im unteren Bereich kegelstumpfförmig mit einer Neigung von 45° ausgebildet. Im oberen Bereich des Mantels befindet sich ein tangential angeschnittenes Gasabzugsrohr mit einem Durchmesser von 500 mm. Die Kammer ist auf einem Gestell im Bereich des Überganges zwischen zylindrischen und kegelstumpfförmigem Teil des Behälters verlagert. Der aus Kohlenstoffstahl bestehende Mantel des Behälters ist gegenüber den Reaktionsgasen mit einer Ausmauerung von 200 mm Dicke geschützt. Der kegelstumpfförmige Boden hat axial angeordnet einen Aufnahmeflansch mit 1000 mm Durchmesser für die Luftzuführung. Der kegelstumpfförmige Bodenteil hat weiterhin einen über 180° angeschnittenen seitlichen Ringspalt, über den das Abgas und die Feststoffe gemeinsam mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 20 m/s tangential eingebracht werden und sich über den Umfang der Kammer gleichmäßig verteilen. Zum Zentrum hin sind zwei kegelstumpfförmig ausgebildete Leitschaufeln trichterförmig ineinander angeordnet. Die größere und tiefersitzende mit 700 mm Durchmesser und die andere mit 500 mm Durchmesser. Die von unten nach oben axial eintretende Luft durchdringt das Feststoffbett und trifft auf die Abgase. Das Gasgemisch reißt die Feststoffteilchen nach außen oben aufsteigend an der Behälterwand mit sich und reagiert dabei mit dem Gasgemisch. Im oberen Drittel des Behälters fällt die Strömung nach innen und beruhigt sich, so dass die noch nicht thermisch zersetzten Kohlenstoffteile und die Aschanteile wieder nach unten fallen. Dort treffen sie auf

einen im Zentrum angeordneten Auffangtrichter, der sich bis zum unteren Bereich durchzieht und von einem Schneckenförderer entsorgt wird. Das heiße Gasgemisch bewirkt eine Reaktion mit dem 700 °C heißen Kohlenstoffteilchen, wodurch Energie freigesetzt wird, die das Gasgemisch und die Reaktorwand auf 1200 °C aufheizen. Aufgrund des großen Querschnittes des Behälters und der damit verbundenen Strömungsberuhigung ergibt sich eine ausreichende Reaktionszeit zur Auflösung des Kohlenstoffes in CO und CO₂. Dabei wird die Restfeuchte des Prozeßgases mit Kohlenstoff zu CO und H₂ umgesetzt. Die beschriebenen zwei kegelstumpfförmigen Einbauten, zwischen denen die Luft und die Abgase austreten, sind über Befestigungen verstellbar angeordnet, so dass die Strömungsgeschwindigkeiten optimiert werden können. Die zwei Einbauten sind aus Keramik.

Zur Sicherstellung des Beginns einer chemischen Reaktion, insbesondere im Anfahrprozeß und später als Sicherheitszündquelle, ist im unteren zylindrischen Teil des Behälters axial ein Zündbrenner in Form eines Plasmabrenners mit einer Leistung von 4 kW angeordnet, der druckunabhängig arbeitet und in jeder Betriebssituation ein- und ausgeschaltet werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verfahren zum Trocknen, Trennen, Klassieren und Zersetzen von Abprodukten, insbesondere von Abprodukten aus einem Ent- und/oder Vergasungsprozeß von Abfallstoffen, bei dem die festen Abprodukte von oben oder mit den Abgasen in eine schachtartige Kammer eingebracht und im trichterförmigen unteren Teil dieser schachtartigen Kammer ganz oder teilweise abgelagert werden, und gleichzeitig und/oder anschließend Luft und die Abgase aus dem Ent- und/oder Vergasungsprozeß getrennt von unten in die Kammer unter Druck eingebracht werden, wobei die Luft im wesentlichen axial und die Abgase im wesentlichen tangential oder radial in die Kammer eingebracht werden und dadurch eine rotationssymmetrische, fontainierende Verwirbelung der festen und gasförmigen Stoffe in der Kammer erfolgt, und anschließend oder während des kontinuierlichen Prozesses die getrockneten, getrennten, klassierten und im wesentlichen zersetzten Produkten nach unten aus der Kammer ausgetragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei der die eingesetzten Abprodukte aus Koks, Asche, Kohlenwasserstoffen, CO_2 , CO , H_2 , H_2O bestehen
3. Verfahren nach Anspruch 1, bei der die Luft im kegelstumpfförmigen Boden der Kammer axial durch den runden, doppelwandigen Teil des Austragsschachtes eingebracht wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Luft vorgewärmt ist und/oder mit einem Druck von 6 – 8 kPa in die Kammer eingebracht wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Abgase durch Öffnungen im kegelstumpfförmigen Teil der Kammer tangential eingebracht werden, wobei sie im Bereich der Feststoffe mit der eingebrachten Luft zusammentreffen.
6. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Abgase mit einem Druck vom 6 – 8 kPa in die Kammer eingebracht werden.

7. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Luft- und Abgasgeschwindigkeit geregelt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem im Bereich des kegelstumpfförmigen Bodens der Kammer ein oder zwei ineinander liegende kegelstumpfförmige Einbauten einen oder zwei gegeneinander und gegen den Kammerboden verstellbare Ringspalte bilden, wobei durch einen Ringspalt die Luft axial und durch den anderen Ringspalt die Abgase tangential oder radial eingebracht werden.
9. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Luft- und/oder Abgasgeschwindigkeiten durch Veränderung der Ringspaltgröße geregelt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein im zylindrischen Teil angeordneter Stützbrenner im Anfahrzustand die Reaktion einleitet und im Betriebszustand die ständige Aufrechterhaltung der Reaktion sichert.
11. Vorrichtung zum Trocknen, Trennen, Klassieren und Zersetzen von Abprodukten, insbesondere von Abprodukten aus einem Ent- und/oder Vergasungsprozeß von Abfallstoffen, bestehend aus einer schachtartigen Reaktionskammer, deren Boden trichterförmig ausgebildet ist und in diesem Boden getrennte Öffnungen für den Eintritt von Luft und von den Abgasen eines Ent- und/oder Vergasungsprozesses vorhanden sind, wobei diese Öffnungen so angeordnet sind, daß die Luft im wesentlichen axial von unten und die Abgase im wesentlichen tangential oder radial in den Reaktorraum eintreten, und bei der eine Öffnung im trichterförmigen Boden der Reaktorkammer zur Austragen der getrockneten, getrennten, klassierten und zersetzten Produkte dient und bei der weiterhin im oberen Teil eine Gasabzugsöffnung vorhanden ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem der trichterförmige unter Teil der Kammer kegelstumpfförmig oder schachtförmig ausgebildet ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der der kegelstumpfförmige Teil der Kammer und der Austragsschacht ganz oder teilweise doppelwandig ausgeführt sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der die Öffnungen für die Luft und die Abgase im kegelstumpfförmigen Teil so angeordnet sind, daß die Gasströme mindestens teilweise innerhalb der gelagerten Feststoffe zusammentreffen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem die Größe der Öffnungen veränderbar ist.
16. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem die Öffnungen durch einen oder zwei ineinander angeordnete kegelstumpfförmige Einbauten im kegelstumpfförmigen Teil der Kammer in Form von einem oder zwei Ringspalten gebildet werden, wobei durch einen Ringspalt die Luft und durch den anderen Ringspalt die Abgase in die Kammer strömen.
17. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem die beiden kegelstumpfförmigen Einbauten gegeneinander und gegen die Kammerwandung verschiebbar angeordnet sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem die Öffnung für die Abgase ein über 180 ° seitlich angeschnittener Ringspalt ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem der Austragsschacht mehrere Öffnungen aufweist, in die die klassierten Endprodukte getrennt ausgetragen werden können.
20. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei dem im zylindrischen Teil der Kammer ein Stützbrenner angeordnet ist.